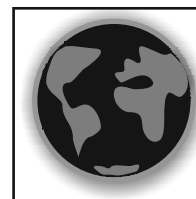


География



УДК 502+001.4(476)

А. С. СЕМЕНЮК

ГИС-ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КОРИДОРОВ (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»)

Рассмотрены вопросы проектирования экологических коридоров в среде ГИС на примере Национального парка «Нарочанский». Проанализированы природные и антропогенные факторы, влияющие на расположение экологических коридоров. Разработан алгоритм, который позволяет при помощи (имеющегося в ГИС ArcGIS) инструментария анализа близости пространственных объектов выделить территории, наиболее благоприятные для планирования экологических коридоров. Создана карта, а на ее основе – схема экологической сети, связывающей Нарочанский национальный парк с соседними особо охраняемыми природными территориями (ООПТ). Приведен сравнительный анализ трех вариантов экологического коридора между Нарочанским национальным парком и Березинским биосферным заповедником по основным физико-географическим показателям. Результаты анализа показали очевидное преимущество одного из трех предложенных экологических коридоров (Сервечского), что позволяет сделать выводы о высокой эффективности приведенной методики в области экологического проектирования на региональном уровне, а также – с определенными ограничениями – на международном, национальном и местном уровнях.

Ключевые слова: экологический коридор; экологическая сеть; биоразнообразие; особо охраняемые природные территории; пространственный анализ; ГИС-технологии; среда ГИС.

In the work problems of design of ecological corridors with help of GIS (on the example of national park «Narochansky») are considered. The short literature review devoted to planning of ecological network is given. The natural and anthropogenous factors influencing on arrangement of ecological corridors are analysed. The algorithm allowing in GIS ArcGIS to sort out territories, optimum for planning of ecological corridors is developed. As a result of the research the map of ecological network connecting Narochansky national park with the neighboring natural protected areas is created. The comparative analysis of three options of ecological corridor between Narochansky national park and the Berezinsky biospheric reserve on the main physical-graphical indicators is provided. Results of the carried-out analysis showed obvious advantage of one of three offered ecological corridors (Servechsky) that allows to conclude about high efficiency of the algorithm in the field of ecological design at regional level, and also – with certain restrictions – at the international, national and local levels.

Key words: ecological corridor; ecological network; biodiversity; protected nature areas; spatial analysis; GIS-technologies; GIS-environment.

Биологическое разнообразие – ключевое понятие в современной экологии. Сохранение биоразнообразия – одна из главных задач мирового научного сообщества, международных организаций и государственных органов по охране окружающей среды. Действенной мерой по сохранению биологического разнообразия в Республике Беларусь является разработка и формирование национальной каркасной экологической сети, предусматривающей ее интеграцию в общеевропейскую систему [1, 2]. Среди ключевых элементов экологического каркаса все более важное значение приобретают экологические коридоры. Экологический коридор – значимый элемент экологической сети любой территории, связывающий между собой ядра экологической сети различного уровня – заповедники, национальные парки, заказники, крупные лесные массивы. Выделение экологических коридоров – сложная задача, решение которой можно существенно ускорить при использовании современных ГИС-технологий.

Вопрос об экологических коридорах стал рассматриваться в отечественной научной литературе в середине 1990-х гг. Однако официально принятой методики создания экологических коридоров в Беларуси нет. Критерии выделения данного элемента экологического каркаса отличаются у разных авторов. Так, Г. Г. Баранец и Н. А. Юргенсон [3] разработали методику планирования ядер экологической сети

и экологических коридоров на основе экспертной оценки состояния ООПТ и выполняемых ими функций, а также негативного влияния городских поселений на окружающую среду. О. Ф. Башкинцев, Г. В. Вынаев, Г. В. Дудко, Ю. П. Качков и В. М. Яцухно [4] отталкивались от экспертной оценки биологического и ландшафтного разнообразия экосистем. Методика А. В. Пугачевского, А. В. Судника и И. Н. Вершицкой [5] основана на экспертной оценке лесов, по результатам которой в границах территории, отведенной под экологический каркас, были запланированы особые природоохранные мероприятия.

В данной работе исследуется проблема планирования экологических коридоров. В качестве примера выбрана задача выделения экологических коридоров между Нарочанским национальным парком и наиболее значительными соседними ООПТ, которые выступают в данном случае ядрами экологической сети (Национальный парк «Браславские озера», Березинский биосферный заповедник, заказники «Налибокский» и «Ельня» и Аукштайтский национальный парк в Литве), в пределах семи районов Витебской области (Поставский, Глубокский, Докшицкий, Ушачский, Шарковщинский, Браславский и Миорский), шести районов Минской области (Мядельский, Вилейский, Молодечненский, Воложинский, Логойский, Борисовский) и четырех районов Гродненской области (Островецкий, Сморгонский, Ошмянский и Ивьевский).

Цели настоящей работы – разработка алгоритма проектирования экологических коридоров между Нарочанским национальным парком и соседними ядрами экологической сети, а также анализ факторов, влияющих на расположение экологических коридоров на данной территории.

Главной задачей проекта стало создание карты наилучших мест для планирования экологических коридоров в пределах данного региона. Для этого был использован программный комплекс ArcGIS, в частности инструментарий анализа близости пространственных объектов.

Материал и методика исследования

Исходные данные для проекта – шейп-файлы лесов, рек, озер, болот, ООПТ, населенных пунктов, дорог, промышленных предприятий и административно-территориальных единиц Республики Беларусь масштаба 1 : 200 000. Перечисленные векторные слои были «вырезаны» по границе территории исследования.

Для экологического коридора необходимо наличие лесных земель. Кроме того, еще одним важным фактором выделения данного элемента экологического каркаса являются водотоки и водоемы. Поэтому целесообразно создавать экологический коридор в непосредственной близости лесов и объектов гидрографии. Логичным представляется планирование экологических коридоров в границах залесенных прибрежных полос или водоохраных зон рек и озер. Однако не существует стандартных значений ширины прибрежных полос и водоохраных зон, они устанавливаются индивидуально для каждого отдельного водотока или водоема. В общем случае для водоемов и малых рек на межселенных территориях законодательством предусмотрена водоохранная зона шириной 500 м. Поэтому для решения задачи планирования экологических коридоров вокруг водотоков, из состава которых предварительно исключили все каналы, и водоемов без учета прудов был создан буфер шириной 500 м.

Затем было произведено пересечение слоя лесов и буферов водоемов и водотоков. С полученным цифровым слоем осуществлялись дальнейшие операции по планированию экологических коридоров.

Известно, что болотные массивы имеют большое экологическое значение. Они регулируют речной сток и содействуют сохранению биоразнообразия. Поэтому болота включены в состав земель, пригодных для создания экологических коридоров, путем операции объединения.

На оптимальную для планирования экологических коридоров территорию негативно влияют различные антропогенные факторы. Поэтому необходимо ввести ряд ограничений.

Как правило, залесенные придорожные полосы вдоль автомобильных дорог выделяют в качестве территорий, пригодных для размещения экологических коридоров, что обусловлено в первую очередь особым природоохранным режимом этих земель. Однако крупные транспортные магистрали представляют серьезную опасность для мигрирующих видов животных, поэтому придорожные полосы необходимо исключить из состава земель, пригодных для проектирования данных элементов экологической сети. В соответствии с принятой шириной придорожной полосы в 100 м вокруг автомобильных дорог с покрытием и с усовершенствованным покрытием был построен соответствующий буфер. Такая же буферная зона создана и вдоль железных дорог. Организация аналогичного буфера вокруг автомобильных дорог без покрытия не представляется целесообразной. Полученный цифровой слой с помощью операции стирания был извлечен из рабочего слоя территорий, пригодных для создания экологических коридоров.

На расположение экологических коридоров также негативно влияют населенные пункты. Загрязняющее воздействие сельских поселений характеризуется наличием животноводческих комплексов.

В городах и поселках городского типа основными источниками загрязнений выступают промышленные предприятия. В связи с этим вокруг земель сельских населенных пунктов, городов и поселков городского типа с населением до 20 тыс. чел. был построен буфер шириной 500 м. Для более крупных городов – Сморгони и Вилейки – со значительным промышленным потенциалом создан буфер шириной 1 км, а для крупнейших промышленных центров на рассматриваемой территории – Борисова и Молодечно – буфер шириной 2 км. Ширина данных буферов выбрана в значительной степени условно из-за отсутствия данных об уровне и опасности загрязнений, источники которых привязаны к населенным пунктам. Все вышеперечисленные буферные зоны были при помощи операции стирания вырезаны из рабочего слоя.

Еще один загрязняющий фактор – собственно промышленные предприятия. В основном зона их воздействия совпадает с землями городских поселений. Однако часто объекты промышленности расположены на окраинах городов и поселков городского типа или даже в сельских населенных пунктах, поэтому представляется целесообразным построить буфер шириной 1 км вокруг точечной темы промышленных предприятий. Полученный цифровой слой был также извлечен из рабочего слоя с помощью операции стирания.

В результате создана карта расположения земель, пригодных для планирования экологических коридоров в рамках рассматриваемого региона. На основании полученной карты были спроектированы экологические коридоры на данной территории (рис. 1).

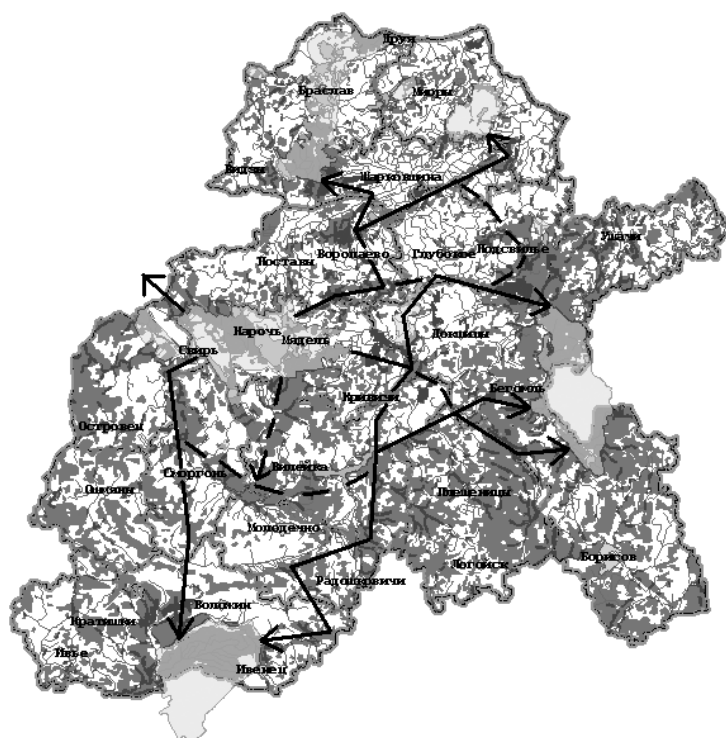


Рис. 1. Проект экологических коридоров между Нарочанским национальным парком и соседними ядрами экологической сети:
 —> – экологический коридор; - -> – вспомогательный экологический коридор;
 ■ – цифровой слой территорий, пригодных для планирования экологических коридоров; полупрозрачным слоем выделены ООПТ

Результаты исследования и их обсуждение

Между Нарочанским национальным парком и соседними ООПТ существует единственный вариант проектирования экологических коридоров – между Национальным парком «Нарочанский» и Национальным парком «Браславские озера», заказником «Ельня» и Аукштайтским национальным парком. Однако в ряде случаев (например, между Национальным парком «Нарочанский» и Березинским биосферным заповедником, а также заказником «Налибокский») ГИС-анализ показал наличие нескольких вариантов планирования экологических коридоров. Для определения наиболее целесообразного среди них необходимо провести их сравнительный анализ. Рассмотрим это на примере Нарочанского национального парка и Березинского биосферного заповедника.

Нами предлагаются три варианта экологического коридора между Национальным парком «Нарочанский» и Березинским биосферным заповедником (рис. 2).

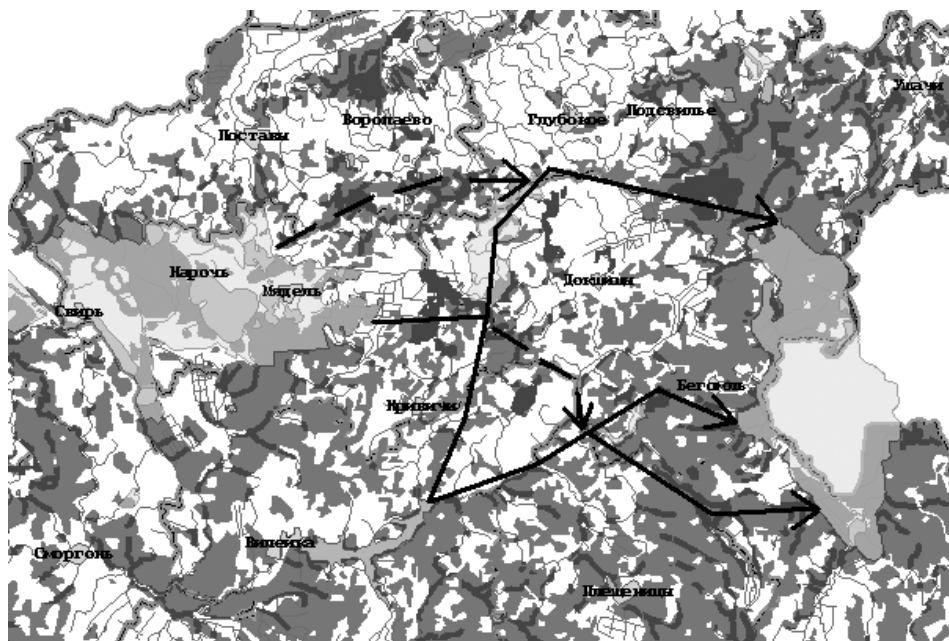


Рис. 2. Обзорная карта Сервечского, Верхневилейского и Цнянского экологических коридоров (обозначения приведены на рис. 1) (М 1 : 1 000 000)

Первый экологический коридор (далее – Сервечский) начинается в восточной части Национального парка «Нарочанский», проходит по заболоченной местности до долины р. Сервечи, потом поворачивает вверх по течению реки, где идет по территории одноименного гидрологического заказника до оз. Сервечь, затем пересекает невысокую часть Свенцянских гряд и спускается на Верхнеберезинскую равнину к оз. Межухол и р. Чернице, по которой достигает северной оконечности Березинского биосферного заповедника. Сервечский экологический коридор сообщается в районе оз. Сервечь по зеленой части Свенцянских гряд и долине р. Зарежанки с Браславским и Ельненским экологическими коридорами и в районе Верхнеберезинской равнины по долинам рек Шоши и Мнюты – с Ельненским экологическим коридором.

Второй экологический коридор (далее – Верхневилейский) также начинается в восточной части Национального парка «Нарочанский», проходит по заболоченной местности до долины р. Сервечи, потом поворачивает вниз по течению реки, идет до Вилейского водохранилища, затем вверх по долине р. Вилии до ее истока (в том числе по территории гидрологического заказника «Верхневилейский»), пересекает Минскую возвышенность и по долине р. Деряжины достигает западной оконечности Березинского биосферного заповедника. Верхневилейский экологический коридор почти наполовину совпадает с Исlochским экологическим коридором, по Вилейскому водохранилищу и долине р. Вилии сообщается со Страчанским экологическим коридором (оба ведут в заказник «Налибокский») и имеет вспомогательный отрезок, связывающий долины рек Сервечи и Вилии по р. Зуйке.

Третий экологический коридор (далее – Цнянский) на большем протяжении совпадает с Верхневилейским экологическим коридором. Он поднимается вверх по долинам рек Вилии, Лонвы и Каменицы, пересекает Минскую возвышенность, спускается по долинам рек Красной и Цны и через невысокий водораздел попадает в долину р. Мрай, по которой достигает юго-западной границы Березинского биосферного заповедника.

Для того чтобы подробно рассмотреть достоинства и недостатки каждого из предложенных нами экологических коридоров, необходимо построить физико-географические профили по их линиям. В качестве показателей для данных профилей были выбраны тектоническое строение, дочетвертичные отложения, четвертичные отложения, рельеф, почвенный и растительный покров (использованы данные Национального атласа Беларуси). Температурный режим исследуемого района слабо дифференцирован и поэтому был исключен из анализа. Количество годовых осадков варьирует в зависимости от рельефа местности: на равнинах их выпадает меньше, на возвышенностях – больше. Однако из-за отсутствия достоверной информации о дифференциации количества выпадающих осадков на возвышенностях данный показатель также был исключен из анализа экологических коридоров по физико-географическим профилям.

При сравнительном анализе физико-географических профилей указанные выше показатели были сгруппированы следующим образом: главные (рельеф, степень распаханности территории, структура типов леса), дополнительные (разнообразие почвенного покрова и типов четвертичных отложений) и вспомогательные (тектоническое строение и разнообразие типов дочетвертичных отложений). Поскольку различия трех экологических коридоров по дополнительным и вспомогательным показателям незначительны, подробнее остановимся на анализе главных показателей, которые в наибольшей степени повлияли на выбор экологического коридора.

Рельеф играет двоякую роль в проектировании экологических коридоров. С одной стороны, его высокая расчлененность препятствует расселению и миграции видов, с другой – создает условия для формирования разнообразных фитоценозов. Наиболее сглаженный гипсометрический профиль характерен для Сервечского экологического коридора. В нем выделяется только один невысокий массив Свенцянских гряд, достигающий 190 м, в остальном данный экологический коридор представляет собой равнинную территорию. Верхневилейский экологический коридор также проходит в основном по равнине и имеет на своем пути один довольно высокий массив Минской возвышенности, достигающий 200 м, но более расчлененный, со значительно большими перепадами высот, чем в Сервечском экологическом коридоре. Еще сложнее гипсометрический профиль у Цнянского экологического коридора. При пересечении Минской возвышенности его линия проходит через два значительных массива, достигающих в высоту 210 и 190 м, которые, кроме того, характеризуются сильным вертикальным расчленением. Поэтому с точки зрения степени расчлененности рельефа преимущество за Сервечским экологическим коридором.

Наименьшая степень распаханности (17,2 %) и, соответственно, наименьшая степень антропогенной преобразованности территории характерны для проходящего в основном по заболоченной местности Сервечского экологического коридора. Значительно большими показателями распаханности отличаются Верхневилейский и Цнянский экологические коридоры (29,9 и 34,2 % соответственно), что объясняется относительно высоким плодородием почв на моренных отложениях. Здесь очевидно преимущество Сервечского экологического коридора.

Общую оценку биологического разнообразия лесных биоценозов экологических коридоров можно дать исходя из ценности групп и типов леса [5]. Так, доля наиболее ценных с точки зрения биоразнообразия широколиственных лесов в Верхневилейском экологическом коридоре составляет 6,5 %, а в Цнянском – 4,5 %; доля черноольшаников: в Сервечском – 14,4 %, в Верхневилейском – 1,4 % и в Цнянском экологическом коридоре – 3,6 %; березняков: в Сервечском – 46,3 %, в Верхневилейском – 16,0 % и в Цнянском экологическом коридоре – 14,3 %. Вместе с тем доля наименее ценных с точки зрения биологического разнообразия сосняков составляет 16,8 % в Сервечском, 15,7 % – в Верхневилейском и 8,8 % – в Цнянском экологических коридорах. Таким образом, с точки зрения разнообразия лесных фитоценозов преимущество также у Сервечского экологического коридора.

В результате проведенного анализа по сумме показателей лидирует Сервечский экологический коридор, поэтому именно его наиболее целесообразно выделить между Национальным парком «Нарочанский» и Березинским биосферным заповедником.

Таким образом, на расположение экологических коридоров положительно влияет близость рек, водоемов, болот и лесных массивов и отрицательно – близость к транспортной инфраструктуре, населенным пунктам и промышленным предприятиям. Следует отметить, что спроектированные с помощью географических информационных систем экологические коридоры в рамках региона должны быть уточнены на местном уровне с привлечением более подробных данных лесохозяйственных и сельскохозяйственных организаций.

Рассмотренный в настоящей работе алгоритм планирования экологических коридоров универсален, в перспективе он может использоваться на территории всей страны и на всех уровнях – от международного до местного, – разумеется, с учетом корректировки влияния факторов среды в зависимости от масштаба и детальности проводимых исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Opstal A. J. The architecture of the Pan European Ecological Network: suggestions for concept and criteria. Wageningen, 2000.
2. Юргенсон Н. А., Шушкова Е. В., Шляхтич Е. А. Трансграничные ОПТ и биосферные резерваты как инструмент интеграции национальной экологической сети Республики Беларусь в общеевропейскую экологическую сеть // Природные ресурсы. 2012. № 2. С. 112–118.
3. Баранец Г. Г., Юргенсон Н. А. Формирование национальной экологической сети как задача территориального планирования // Природные ресурсы. 1998. № 3. С. 67–76.
4. Долина р. Березины как элемент территориальной основы формирования экологической сети / О. Ф. Башкинцева [и др.] // Природные ресурсы. 2003. № 1. С. 99–108.
5. Пугачевский А. В., Судник А. В., Вершицкая И. Н. Концепции экологического каркаса лесной территории и ландшафтного планирования устойчивого лесного хозяйства // Природные ресурсы. 2005. № 4. С. 106–118.

Поступила в редакцию 14.05.2014.

Александр Сергеевич Семенюк – преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ.